

Aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- u. Kieferkrankheiten
Direktor: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. hab. Hans Heuser
Institut für Strahlenbiologie und medizinische Isotopenanwendung
Direktor: Prof. Dr. med. Dr. rer. nat. E. H. Gaul

Quantitative Untersuchungen über das Eindringen von PO_4 -Ionen aus Phosphatzementen in das Dentin mit Hilfe der CERENKOV-Strahlung

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde
der hohen Medizinischen Fakultät
der Philipps-Universität zu Marburg

vorgelegt von

Helmut Mangold
aus Mainz

Marburg 1967

Aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- u. Kieferkrankheiten
Direktor: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. hab. Hans Heuser
Institut für Strahlenbiologie und medizinische Isotopenanwendung
Direktor: Prof. Dr. med. Dr. rer. nat. E. H. Graul

Quantitative Untersuchungen über das Eindringen von PO_4 -Ionen aus Phosphatzementen in das Dentin mit Hilfe der CERENKOV-Strahlung

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde
der hohen Medizinischen Fakultät
der Philipps-Universität zu Marburg

vorgelegt von

Helmut Mangold

aus Mainz

Marburg 1967



angenommen von der Medizinischen Fakultät
der Universität Marburg am 27. Januar 1967

gedruckt mit Genehmigung der Fakultät

Dekan: Prof. Dr.med. et Dr.med.dent. H.Heuser

Referenten: Prof. Dr.med.dent. H.Pantke

und Prof. Dr.med. et Dr.rer.nat. E.H. Graul

Korreferent: Prof. Dr.med. et Dr.med.dent. H.Heuser

Meinen Eltern in Dankbarkeit gewidmet

INHALTSVERZEICHNIS

	<u>Seite</u>
A Einleitung	1
B Hauptteil	3
I. Untersuchungen über das Eindringen von PO_4 -Ionen aus Phosphatzementen in das Dentin	3
a) Das Untersuchungsmaterial	3
b) Präparation der Zähne und Aufbereitung der Proben zur Aktivitätsmessung	5
c) Radioaktivitätsmessung mittels der CERENKOV-Strahlung	9
d) Auswertung der Versuchsergebnisse und Fehlerberechnung	15
e) Versuchsergebnisse	16
II. Untersuchungen über verschiedene Pulpaschutzmittel	20
a) Die Pulpaschutzmittel	20
b) Versuchsergebnisse	24
C Diskussion der Ergebnisse	31
D Zusammenfassung	37
E Anhang - Tabellen I - X	
F Literaturverzeichnis	

E I N L E I T U N G

Den sogenannten PHOSPHATZEMENTEN kommen in der Zahnheilkunde zwei Anwendungsbereiche zu. Bei der Verwendung als Unterfüllung obliegt ihnen die Aufgabe, die Pulpa vor thermischen, chemischen und physikalischen Reizen zu schützen sowie untersichgehende Stellen auszugleichen. Darüber hinaus dienen sie zur Befestigung von Gußfüllungen, Kronen und Brücken.

Nicht selten läßt sich die Feststellung machen, daß beim oder unmittelbar nach dem Einzementieren der genannten konservierenden bzw. prothetischen Arbeiten ziehende Schmerzen auftreten. Hierfür können verschiedene Ursachen in Frage kommen. Scheiden eine bereits vor Beginn der zahnärztlichen Maßnahmen vorhandene Hyperämie sowie durch die Präparation hervorgerufene Irritationen der Pulpa aus, so muß die Ursache in dem verwendeten Phosphatzement selbst gesucht werden.

Dieser besteht aus Pulver und Flüssigkeit. Das Pulver setzt sich nach WALKHOFF-HESS in der Hauptsache zusammen aus starkgeglühtem, karbonatfreiem Zinkoxyd sowie Magnesiumoxyd mit geringen Zusätzen von Silizium- und Aluminiumoxyd. Der Flüssigkeit - eine verdünnte Orthophosphorsäure - sind Aluminium und Zinkoxyd zugesetzt.

Auch bei den Silikatzementen findet als Anrührflüssigkeit Orthophosphorsäure Verwendung. Experimentelle und klinische Untersuchungen haben gezeigt, daß bei diesen Zementen die Säure für Pulpaschädigungen verantwortlich zu machen ist (WUSTROW, EULER, REBEL u.a.). Es erhebt sich nun die Frage, ob auch bei den Phosphatzementen ein Eindringen von Orthophosphorsäure in das Dentin erfolgt, wodurch sich die oben erwähnten Beschwerden erklären ließen.

Im Gegensatz zu den Silikatzementen liegen beim Phosphatzement nur wenige Arbeiten vor, die sich mit diesem Fragenkomplex beschäftigen. So beobachtete WUSTROW bei einem Teil seiner Untersuchungen an Menschen und Hunden, daß die Säure der Phosphatzemente gleich denen der Silikatzemente schädigend auf die Pulpa wirken kann.

Auch nach HATTYASY soll die Möglichkeit einer Reizung der Pulpa durch Phosphatzement-Füllungen bestehen. Er stellte fest, daß schwere Schädigungen im allgemeinen nur bei Jugendlichen vorkommen, wo der Abstand zur Pulpa wegen der dünnen Dentindecke sehr gering ist.

ROHRER kommt bei seinen Untersuchungen zu dem Ergebnis, daß Phosphatzemente die höchste Schädlichkeitsgrenze erreichen. MASUR wies mit der Methode von NAREWCZEWITZ (1923) freie Säure bei diesen Zementen nach. Auch PASCHKE fand nach einigen Tagen noch saure Reaktion am Phosphatzement.

STÜBEN und GODT (1964) setzten der Zementflüssigkeit ³²P-etikettiertes Phosphat zu, um damit die Eindringtiefe der Phosphorsäure autoradiographisch nachzuweisen. Sie kamen zu dem Schluß, daß eine Säureabgabe der Phosphatzemente an das Dentin stattfinden kann.

Im Gegensatz zu den oben genannten Autoren soll nach WARNEKEN Phosphatzement keinerlei Schädigung ausüben.

Unsere Aufgabe bestand zunächst darin, mit Hilfe der CERENKOV-Strahlung nicht nur qualitativ sondern auch quantitativ zu überprüfen, ob Phosphorsäure bzw. PO_4 -Ionen aus den Phosphatzementen in das Dentin einzudringen vermögen. Falls dieser Nachweis erbracht werden konnte, sollten einige Pulpaschutzmittel auf ihre Wirksamkeit untersucht werden.

B H A U P T T E I L

I. UNTERSUCHUNGEN ÜBER DAS EINDRINGEN VON PO_4 -IONEN AUS PHOSPHATZEMENTEN IN DAS DENTIN

a) Das Untersuchungsmaterial

Wie eingangs schon erwähnt wurde, bestand unsere Aufgabe zunächst darin, nachzuweisen, ob Phosphorsäure bzw. Phosphationen aus den sogenannten PHOSPHATZEMENTEN in das Dentin einzudringen vermögen.

Für unsere diesbezüglichen Untersuchungen verwendeten wir handelsübliche Packungen von KUPFERZEMENT und FIXODONT, beides Erzeugnisse der Firma DE TREY / Wiesbaden.

Beim KUPFERZEMENT handelt es sich um einen ZINKOXY-PHOSPHATZEMENT, der nach Angaben der Herstellerfirma auf Grund zugesetzten Kupferjodürs keimtötende und konservierende Eigenschaften besitzen soll. Er wird zum Füllen von Milchzähnen, zum Aufzementieren von Kronen und Brücken, als Unterlage bei größeren Füllungen sowie zum Aufbau tiefzerstörter Stümpfe benutzt.

FIXODONT ist ein Spezialphosphatzement, der zum Befestigen von Kronen, Brücken und Inlays Verwendung findet. Er soll auch für Füllungen, die keine Transparenz erfordern, angezeigt sein.

Bei beiden Zementen werden zum Verarbeitungsvorgang vom Hersteller keine genauen Angaben gemacht.

Für unsere Untersuchungen wurde uns die zum Anrühren der Zemente erforderliche Flüssigkeit von der Herstellerfirma, der wir an dieser Stelle für ihre freundliche

Unterstützung vielmals danken möchten, als ein Halbfertigpräparat zur Verfügung gestellt. In der gelieferten Lösung fehlte die Orthophosphorsäure, die wir zur Komplementierung als 85 %ige ^{32}P -markierte H_3PO_4 in den entsprechenden Gewichtsverhältnissen zusetzten. Die vom RADIOCHEMICAL CENTER, Amersham, England, bezogene Orthophosphorsäure in einer Konzentration von 7,2 bzw. 7,8 % wurde durch Evaporieren auf 85 % eingeeengt.

Unsere Untersuchungen führten wir mit zwei getrennt gelieferten Chargen durch, wobei die Aktivität der ersten Charge 10,44 mCi/mM und die der zweiten Charge 13,4 mCi/mM betrug.

b) Präparation der Zähne und Aufbereitung der Proben zur Aktivitätsmessung

Für unsere Untersuchungen verwendeten wir ausschließlich kariesfreie extrahierte menschliche Molaren, vorzugsweise verlagerte Weisheitszähne. Unmittelbar im Anschluß an die Extraktion wurden sie von anhaftenden Gewebsresten befreit und bis zur Verwendung in physiologischer Kochsalzlösung im Kühlschrank aufbewahrt.

Mit Ausnahme der Zähne, die für Versuch 3 a - b verwendet wurden, entfernten wir mit einer Diamantscheibe den gesamten Schmelz. Dieses war erforderlich, um ein Zerbröckeln des Kronenteils beim Schneiden - wie Vorversuche ergeben haben - sowie ein vorzeitiges Stumpfwerden der verwendeten Sägeblätter zu vermeiden. Bei den Zähnen, die für Inlays präpariert wurden (Versuch 3 a - b), war dieses Vorgehen durch die erforderliche tiefere Präparation (2,5 mm gegenüber sonst 1 mm) nicht möglich. Wir gingen bei der Herstellung der Kavitäten wie PANTKE-LEHMANN-GRAUL vor:

Die vorbereiteten Zähne setzten wir in derb angerührten und auf eine Glasplatte gebrachten Hartgips. Dieser wurde wegen des besseren Standvermögens zu einem sich in Richtung Zahnkrone verjüngenden Blöckchen beschnitten. Das Standvermögen war zur Kavitätenpräparation, die mit Hilfe des unten abgebildeten Parallelometers (Abb.1) durchgeführt wurde, erforderlich.

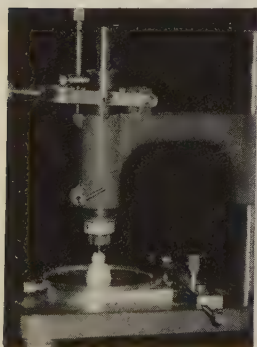


Abb. 1

Parallelometer mit Grundplatte und einem darauf stehenden in Gips eingebetteten Zahn

(aus PANTKE-LEHMANN-GRAUL,
Z.P. XVI, Nr.9)

Bei den fünfzehn Zähnen für Inlaykavitäten legten wir die Präparationen etwa 2,5 mm tief und stellten am Rande der Kavität eine Stufe von 1 - 2 mm Breite her, so daß die Inlays beim Zementieren durch die Stufe aufgefangen wurden (Abb. 2).

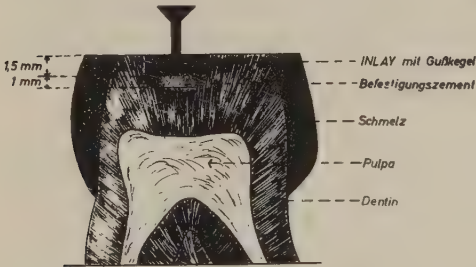


Abb. 2
Präparation der
Inlaykavitäten

Die Inlays wurden nach dem sogenannten direkten Verfahren modelliert und aus Phantommetall der Firma DEGUSSA gegossen. Die fertigen Inlays kürzten wir um 1 mm, so daß genügend Raum für den Zement verblieb. Dieser Arbeitsgang erfolgte, um eine gleichbleibende Schichtdecke des Zementes zu haben.

Mit dem in Abb. 3 gezeigten Gerät konnten wir parallel zum Kavitätenboden, jedoch 1 mm tiefer, mit einer Diamantscheibe eine Rille einschneiden, womit die Lage für den ersten Schnitt sicher markiert war.

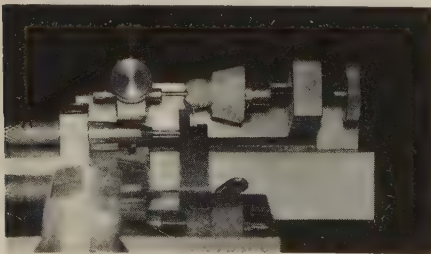


Abb. 3
Teilansicht des Gerätes zur Kennzeichnung der Schnittebene mit eingespanntem Zahn
(aus PANTKE-LEHMANN-GRAUL, Z.P.XVI, Nr. 9)

Die präparierten Zähne bewahrten wir bis zu ihrer Verwendung im Kühlschrank in 0,9 %iger NaCl-Lösung auf.

Zur Vermeidung von Kontaminierung arbeiteten wir beim Anrühren des Zementes mit Einweghandschuhen. KUPFERZEMENT wurde in dünner und dicker Konsistenz, FIXODONT nur dünn angemengt und in die Kavitäten eingebracht. Nach Erhärten des Zementes fixierten wir die Zähne durch Umwickeln der Wurzeln mit Zellstoff in speziellen Behältern. Die Wurzelspitzen tauchten in physiologische NaCl-Lösung. Bei der Aufbewahrung der Zähne im Trockenschrank bei 37° C ersetzten wir Verdunstungsverluste durch Nachfüllen mit Aqua dest. Eine Woche nach Legen der Füllung wurden die Zähne geschnitten.

Zur Herstellung der Schnitte verwendeten wir das in Abb. 4 gezeigte Gerät. Es besteht aus einer in Kugellagern laufenden Kreissäge aus hochwertigem Werkzeugstahl und einem Kreuzschlitten ähnlich dem einer Drehbank. Die Säge wird mittels eines Elektromotors bei 3000 UpM angetrieben. Zum Fixieren des Zahnes in der Einspannvorrichtung wird zuvor mit einer zweiteiligen Hohlform jeweils ein Kunststoffklötzchen hergestellt. In dieser Hohlform ist seitlich ein X eingefräst, welches in dem Klötzchen plastisch hervortritt und genau in ein in den Kreuzschlitten der Schneidvorrichtung eingefrästes X paßt. Nachdem der Zahn fixiert ist, erfolgt der Vortrieb des Kreuzschlittens gegen die Säge von Hand, der in Richtung der Sägenachse durch eine Mikrometerschraube, womit die Dicke der Schnitte genau bestimmt werden kann.

Beim ersten Schnitt - wir stellten bei jedem Zahn einschließlich des Kronenteiles vier Schnitte her - wurde die Säge mit Hilfe des Mikrometervortriebs auf die 1 mm unterhalb des Kavitätenbodens eingeschliffene Rille eingestellt, und die Krone unter langsamem Vorschieben des Zahnes gegen die Säge abgetrennt. Wegen des anfallenden Staubes wurde unter einem Abzug gearbeitet. Das Gerät hatten wir zusätzlich soweit mit Karton ummantelt, daß die Schnittherstellung nicht behindert, der Sog im Gebiet der Säge jedoch besonders intensiv war.

Die danach angefertigten Schnitte lagen wie die Füllung selbst im Dentin. Bei tieferen Schnitten wurde allerdings teilweise das Pulpakavum eröffnet. Die Schnittdicke bewegte sich in einem Bereich von 0,5 - 1 mm.

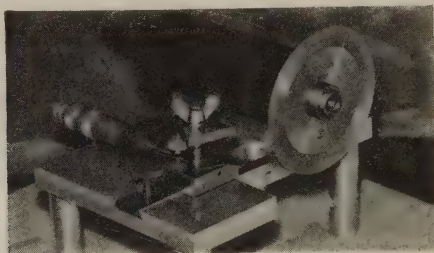


Abb. 4

Gesamtansicht des Gerätes zur Herstellung der Schnitte (aus PANTKE-LEHMANN-GRAUL, Z.P. XVI, Nr.9)

Für die angewandte und im folgenden Kapitel genauer beschriebene Meßtechnik war es erforderlich, sämtliche radioaktiven Proben in gelöster Form einzusetzen. Daher wurden sowohl die Kronen mit den Füllungen als auch die Schnitte nach trockener Veraschung in Porzellantiegeln in einem elektrischen Ofen bei 600°C mit 2,5 n HCl aufgenommen und bis zur Lösung des anorganischen Rückstandes auf einem Sandbad auf 80°C erhitzt. Die klaren Lösungen wurden zur Beseitigung von Kohlenstoffrückständen mit mehreren Portionen 2,5 n HCl über Weißbandfilter direkt in die Meßfläschchen bis zu einem Füllvolumen von mindestens 20 ml filtriert. Die so aufbereiteten Proben gelangten nach Adaption und Temperaturanpassung im Kühlschrank des verwendeten Flüssigkeitsszintillationszählgerätes zur Radioaktivitätsmessung über die CERENKOV-Strahlung.

c) Radioaktivitätsmessung mittels
der CERENKOV-Strahlung

Bisherige Untersuchungen über das Eindringen der Orthophosphorsäure bzw. von Phosphationen in das Dentin mittels ^{32}P -markierter Orthophosphorsäure verwendeten zur Bestimmung der in den Zahnschnitten nachweisbaren ^{32}P -Aktivität Endfensterzählrohre oder auch das autoradiographische Nachweisverfahren (PECCHIONI, LEHMANN, STÜBEN und GODT u.a.). Die Ergebnisse dieser Untersuchungsmethoden waren jedoch nur qualitativ zu verwerten, da bei der Messung von Zahnschnitten der Einfluß der Selbstabsorption und Streuung durch die unterschiedliche Dicke der Präparate nicht zu erfassen ist. Durch diese Einflüsse schwankt der Zählerwirkungsgrad einer solchen Meßanordnung sehr stark und erlaubt unterhalb gewisser spezifischer Aktivitäten keine sichere Aussage, auch nicht qualitativer Art.

Zur Vermeidung dieser Nachteile und um zu quantitativen Aussagen zu kommen, versuchten wir die ^{32}P -Aktivität über die CERENKOV-Strahlung zu bestimmen. Der CERENKOV-Effekt tritt auf, wenn sich ein geladenes Teilchen in einem Medium schneller bewegt als elektromagnetische Wellen im selben Medium, nach GÜTTE und VEMMER als eine Art Stoßwelle von sichtbarer und ultravioletter Strahlung. Dieser Effekt trifft für Beta-Strahler ab einer gewissen maximalen Energie (mehr als 500 KeV) zu, und die Meßeffektivität steigt mit zunehmender Energie der Strahler an. Wir führten die Messungen mit Hilfe eines "Liquid Scintillation Counters" (Tri Carb Modell 4000 der Firma PACKARD, Instrument Company Incorporation) durch. Das Gerät besitzt zwei 13-stufige in Koinzidenz und Impulssummation geschaltete Photomultiplier. Der automatische Probenwechsler arbeitet mit 15 Tablets (je 24 Proben) in einem Kühlschrank bei 4°C . Zur Messung können sowohl Glas-

fläschchen als auch Polyäthylenfläschchen verwendet werden. In unseren Untersuchungen verwendeten wir Fläschchen aus Polyäthylen.



Abb. 5
Tri Carb Modell 4000
der Firma PACKARD,
Instrument Company
Incorporation

Die entsprechend dem oben angegebenen Verfahren aufbereiteten Meßproben wurden nach entsprechender Adaptionszeit zur Messung automatisch zwischen die Photokathoden der beiden Photomultiplier gebracht. Das Meßgerät ist mit drei voneinander unabhängigen Kanälen ausgestattet, die bei fixierter Hochspannung (1,8 KV) über getrennte Linearverstärker in ihren Impulshöhenbereichen justiert werden können. Die Kanäle sind durch jeweils zwei Diskriminatoren auf alle Fensterbreiten zwischen 0 und 100 Volt, bzw. integriert bis unendlich, einzustellen.

Wir bestimmten durch Messung einer bestimmten Aktivität bei verschiedener Verstärkung (Gain Spektrum) den Balancepoint, bei einer Fensterbreite von 5-100 Volt (Abb. 6). Für die Messung wählten wir eine Verstärkung von 50 % und ermittelten für ^{32}P in 2,5 n HCl für ein Meßvolumen von 15 ml eine Meßeffektivität von 33 % (= 665.000 Imp/Min mal μCi). Der Nulleffekt (15 ml 2,5 n HCl) lag bei 20 - 30 Imp/Min.

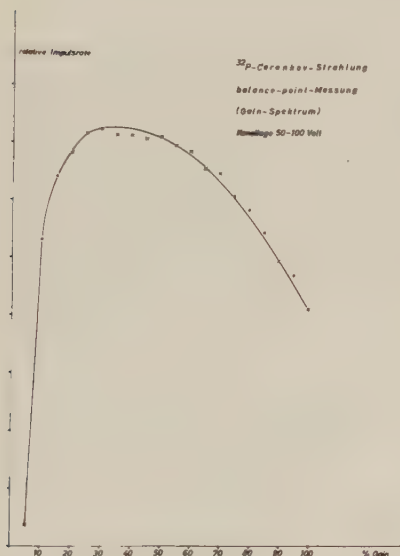


Abb. 6

Balance-point-Messung
bei ^{32}P - CERENKOV -
Strahlung

(Zur Bestimmung von
 ^{32}P - Aktivität mit
Hilfe der CERENKOV-
Strahlung bei quanti-
tativen Untersuchungen
über das Eindringen von
Phosphationen in das
Dentin

Publikation in Vorbe-
reitung,
SCHAUMLÖFFEL u.a.)

Einen entscheidenden Einfluß auf die Meßeffektivität übt die Färbung der Lösung aus. Diesbezügliche Untersuchungen ergaben, daß gefärbte Verbindungen einen stark negativen Einfluß auf die Impulsrate ausüben. Vor allem gelb gefärbte Lösungen absorbieren die bläulich weiße CERENKOV-Strahlung am stärksten und verursachen dadurch Löscheffekte. Untersuchungen mit Zusätzen verschiedener Salze zu Standardproben ergaben in Übereinstimmung mit der Literatur (HABERER), abgesehen von Salpetersäure und

Nitraten keine negative Wirkung auf die Meßeffektivität. Chemische Quencheffekte spielen also praktisch keine Rolle, Farbquenching hingegen erfordert in jedem Fall eine Korrektur der gemessenen Impulsrate. Um daher Meßproben unterschiedlicher Zusammensetzung vergleichen zu können, ist eine sogenannte Quenchkorrektur nicht zu umgehen, wie auch in Meßserien gleicher Proben eine Kontrolle des Quencheffektes notwendig ist.

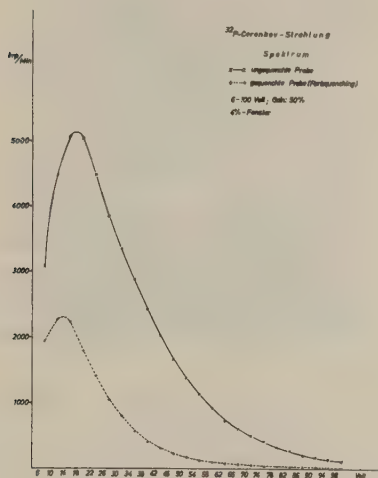


Abb. 7

Energiespektren einer ungequenchten und einer gequenchten Probe über die ^{32}P -CERENKOV-Strahlung

(Zur Bestimmung von ^{32}P - Aktivität mit Hilfe der CERENKOV-Strahlung bei quantitativen Untersuchungen über das Eindringen von Phosphationen in das Dentin

Publikation in Vorbereitung,
SCHAUMLÖFFEL u.a.)

Abbildung 7 zeigt die Energiespektren (Impulsspektren) einer ungequenchten Standardprobe und einer mit Zusatz von FeCl_3 gequenchten Probe über die ^{32}P -CERENKOV-Strahlung. Aus der Abbildung geht hervor, daß neben einer direkten Schwächung der Impulshäufigkeit eine gewisse Linksverschiebung des Spektrums durch das Farbquenching eingetreten ist. Zur Korrektur dieser Quencheffekte wählten wir die Kanalverhältnismethode. Von den drei zur Verfügung stehenden Kanälen wurde der eigentliche Zählkanal von

5 - 100 Volt bei einer Verstärkung von 50 % gefahren. Der 2. und 3. Kanal wurden so eingestellt, daß bei einer ungequenchten Probe und einem Meßvolumen von 20 ml beide Kanäle gleiche Impulsraten brachten, wenn der Kanal 2 auf den unteren Teil des Spektrums mit der größeren Impulshäufigkeit und der Kanal 3 auf den oberen Teil des Spektrums diskriminiert waren (Kanal 2: 5-275 Volt, Kanal 3: 275-1000 Volt). Bei Quenching oder bei Volumenverdünnung veränderte sich das Verhältnis der Impulsraten des 3. und 2. Kanals. Es verhielt sich in einem gewissen Bereich linear zur Meßeffektivität der Probe, wie wir in entsprechenden Versuchen unter Zusatz von FeCl_3 in steigender Konzentration als Farbquencher zu einer ^{32}P -Standardaktivität feststellen konnten. Die Abbildung 8 zeigt die mit Hilfe dieser Versuche aufgenommene Korrekturkurve, aus der hervorgeht, daß bis zu einem Kanalverhältnis von 0,5 (Impulse Kanal 3/Impulse Kanal 2) die durch Quencheinfluß abnehmende Meßeffektivität linear korreliert.

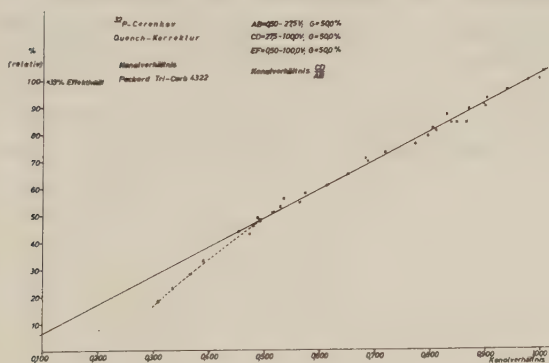


Abb. 8 ^{32}P -CERENKOV - Quench - Korrektur

Bei Änderung des Volumens von 15 bis 25 ml bei konstanter Aktivität zeigte sich die gleiche Korrelation zur Meßeffektivität. Hierdurch war es uns möglich, mittels eines einzigen Rechnungsweges Quencheffekte und differierende Volumina in den Meßproben zu korrigieren. Aus diesem Grund war bei der Probenaufbereitung eine gleichmäßige Volumeneinhaltung nicht notwendig, wenn ein Mindestvolumen von 15 ml eingehalten wurde.

Ein in dem Zählgerät eingebauter Rechner ermöglichte die Ausdruckung der Verhältnisse der drei Kanäle zueinander sowie die Umrechnung auf Impulse in der Zeiteinheit. Durch Division der im ersten Kanal gemessenen Gesamtpulsrate (5-100) durch den Faktor des Kanalverhältnisses ließen sich so die Proben auf eine relative Meßeffektivität von 100 %, bezogen auf die Pulsrate einer Standardlösung bei 15 ml Meßvolumen, korrigieren. Bei allen untersuchten Proben lag der maximale Quencheffekt bei 40 %, d.h. der Korrekturfaktor des Kanalverhältnisses nicht unter 0,6 , so daß die gesamten Meßwerte mit Hilfe dieser Methode korrigiert werden konnten. Die nach dieser Methode erzielten Ergebnisse erlauben daher quantitative Aussagen über das Eindringen der Orthophosphationen aus einer Füllung in das Dentin.

d) Auswertung der Versuchsergebnisse und Fehlerberechnung

Nach Korrektur der Radioaktivitätsmeßwerte (Quench- und Volumenkorrektur) errechneten wir die Mittelwerte der Füllungen sowie die der einzelnen Zahnschnitte für jede Versuchsserie.

Für die jeweiligen Mittelwerte ($\bar{x}$) aus n Proben wurden berechnet:

die Standardabweichung des Einzelwertes

$$s_x = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

und die Standardabweichung des Mittelwertes
(mittlerer Fehler)

$$s_{\bar{x}} = s_x / \sqrt{n}$$

Die gemessenen Impulsraten der Füllungen wurden in μCi umgerechnet und die Impulsraten der jeweiligen Schnitte in Prozent der Aktivität der jeweiligen Füllung ausgedrückt sowie die PO_4''' -Konzentration in Füllung und Schnitten berechnet, wobei wir als Basiswert die spezifische Aktivität der ^{32}P -markierten Orthophosphorsäure verwendeten.

e) Versuchsergebnisse

Die mit den beschriebenen Materialien KUPFERZEMENT (dünn und dick angerührt) und FIXODONT (dünn angerührt) gewonnenen Untersuchungsergebnisse sind als Mittelwerte der jeweiligen Versuchsserien den folgenden Tabellen 1 - 3 zu entnehmen.

Die Einzelwerte der Versuchsserien sind in entsprechenden Tabellen im Anhang aufgeführt (I - III).

Mittelwert und Standardabweichungen Tabelle 1: KUPFERZEMENT dick angerührt
Aktivität der Füllung (Mittelwert) = 3,29 μCi

	Füllung	1. Schnitt	2. Schnitt	3. Schnitt
Imp/Min	$\bar{x}$	1,971	558	270
	s_x	1,020	361	245
	$s_{\bar{x}}$	263	93	63
$\text{PO}_4''' \gamma$	$\bar{x}$	0,027	0,0076	0,0037
	s_x	0,014	0,0049	0,0034
	$s_{\bar{x}}$	0,004	0,0013	0,0009
$\%^{32}\text{P}$	$\bar{x}$	0,0898	0,025	0,012
	s_x	51,75	64,69	90,74
	$s_{\bar{x}}$	13,34	16,66	23,33

Mittelwert und Standardabweichungen Tabelle 2: KUPFERZEMENT dünn angerührt
Aktivität der Füllung (Mittelwert) = 5,85 μCi

	Füllung	1. Schnitt	2. Schnitt	3. Schnitt
Imp/Min	$\bar{x}$	4.290	1.982	1.106
	s_x	3.825	2.201	1.356
	$s_{\bar{x}}$	988	568	350
$\text{PO}_4^{4-} \gamma$	$\bar{x}$	0,059	0,027	0,015
	s_x	0,052	0,030	0,019
	$s_{\bar{x}}$	0,014	0,008	0,005
% ^{32}P	$\bar{x}$	0,11	0,051	0,028
	s_x	89,16	111,04	122,60
	$s_{\bar{x}}$	23,03	28,65	31,64

Mittelwert und Standardabweichungen Tabelle 3 : FIXODONT dünn angerührt
Aktivität der Füllung (Mittelwert) = 7,71 μCi

	Füllung	1. Schnitt	2. Schnitt	3. Schnitt
Imp/Min	$\bar{x}$	2.219	1.113	307
	s_x	2.504	1.428	291
	$s_{\bar{x}}$	640	369	75
$\text{PO}_4''' \gamma$	70,3	0,030	0,015	0,004
	16,2	0,034	0,020	0,004
	4,2	0,009	0,005	0,001
$\%^{32}\text{P}$	100	0,043	0,022	0,006
	23,08	112,84	128,3	94,79
	5,96	28,84	33,15	24,42

II. UNTERSUCHUNGEN ÜBER VERSCHIEDENE PULPASCHUTZMITTEL

a) Die Pulpaschutzmittel

Nachdem nachgewiesen worden war, daß Orthophosphorsäure bzw. Phosphationen aus den PHOSPHATZEMENTEN in das Dentin eindringen, haben wir die Frage geprüft, ob und inwieweit verschiedene im Handel befindliche Präparate in der Lage sind, das Vordringen der Orthophosphorsäure bzw. der PO_4 -Ionen zu verhindern. Bei diesen Untersuchungen verwendeten wir die gleiche Methode wie unter I b - d beschrieben.

Folgende Präparate wurden untersucht:

KAPSIDUR (Hersteller: JENTZSCH / Frankfurt am Main) besteht aus Essigsäureäthylester, Polystyrol, Klebharz Gebagan (Cumaron Indenharz) und Vetinol (Weichmacher). Nach Angaben der Hersteller wird KAPSIDUR zum temporären Schutz der zur Aufnahme von Kronenersatz beschliffenen vitalen Zähne, zur Versorgung der Schliffstellen beim Einschleifen des Gebisses zur Kaudruckentlastung und zur wirksamen Therapie und Desensibilisierung frei liegender empfindlicher Zahnhälse sowie als Schutz unter Silikatzementfüllungen verwendet.

Das Präparat soll mehrmals mit einem Wattepellet aufgetragen werden.

TECTOR (Hersteller: "lege artis" / Stuttgart) besteht aus in Chloroform gelösten Styrolen mit Zusatz von knochenverwandten Mineralsalzen, vor allem Calciumhydroxyd, und 8-Oxychinolin.

Es soll nach Angaben des Herstellers in jeder Weise neutral für die Pulpa, isolierend gegen chemische, thermische und elektrische Einflüsse, bakteriendurchlässig und von permanenter Wirkung sein.

Das Medikament wird 2 - 3 mal aufgetragen. Nach Trocknen der Flüssigkeit bildet sich ein hauchdünner weißlicher Film.

CERVIN wird zur Kavitätentouchierung in Kombination mit REOGAN-Liquidum angewendet. Beide Präparate werden von der Firma VIVADENT / Schaan-Liechtenstein hergestellt. In den dem Präparat beigegefügt Prospekten ist zu lesen, daß CERVIN aus einer wässrigen Magnesiumsilicofluorid-Lösung besteht und REOGAN-Liquidum eine alkalische Touchierflüssigkeit auf Calciumhydroxyd-Basis ist. Bei der Reaktion der beiden Flüssigkeiten soll unlösliches SiO_2 (Kieselgel), Magnesiumfluorid und Calciumfluorid ausgefällt werden. CERVIN-REOGAN findet unter anderem zum Pulpaschutz unter Füllungsmaterialien wie Amalgam, Phosphatzementen, Silikatzementen, Acrylaten und anderen Polymeren Verwendung.

Zur Anwendungsweise gibt die Firma folgende Richtlinien: Die Kavität wird zunächst mit VIVADENT-AHYDRON entfettet und getrocknet. Danach taucht man einen Tupfer in die Touchierflüssigkeit (REOGAN-LIQUIDUM) und wäscht hiermit die Kavität aus. Anschließend wird ein Tropfen CERVIN eingebracht, den man 2 Minuten einwirken läßt. Dann kann vorsichtig mit Warmluft angetrocknet werden.

TRESIOLAN (Hersteller: ESPE /Seefeld) enthält Siloxansterverbindungen und soll sich durch rasche und intensive Desensibilisierung und Verkieselung auszeichnen. Neben anderen Eigenschaften schützt es nach Angaben des Herstellers auch vor der Wirkung der Säure des Befestigungszementes während der Abbindung.

Nach Trocknen der Kavität wird TRESIOLAN mit einem Wattebausch bei einer Einwirkungszeit von einigen Minuten aufgetragen.

Bei PROTEKTOR (Hersteller: BURK / Frankfurt am Main) handelt es sich wie bei den zuvor genannten Mitteln um ein Präparat, das flüssig aufgetragen wird. Es soll die Pulpa durch Fällung der freien Phosphorsäure zu neutralem Aluminiumphosphat, das einen undurchlässigen Niederschlag bildet, schützen. Zur Desinfektion ist dem Präparat Thymol zugesetzt. Genauere Angaben über die Zusammensetzung und Anwendung wurden von der Herstellerfirma nicht gemacht.

FL-MERZ (Hersteller: MERZ / Frankfurt am Main) ist ein fast farbloses, wässriges Präparat, das als raumsparender Film gegen freie Zementsäure, Monomer und bakterielle Einflüsse schützen soll.

FL-MERZ hat nach Angaben des Herstellers einen höheren Festkörperanteil gegenüber LL-MERZ (unter dieser Bezeichnung war das Präparat früher im Handel erhältlich).

Außerdem würde heute ein Polyamid verwendet das einen dichteren Film ergeben soll.

Die Applikation erfolgt mit Wattepellets oder bei kleinen Kavitäten mittels einer Öse.

Beim PULPOVITAL Cp-CAP (Hersteller: "lege artis" / Stuttgart) handelt es sich im Gegensatz zu den zuvor genannten Pulpaschutzmitteln um einen Zement auf Calciumhydroxyd-Zinkoxyd-Eugenol-Perubalsam-Basis mit Röntgenkontrast und 0,6 % 8-Oxychinolin.

Die Kombination mit Perubalsam und mit Zinkoxyd-Eugenol soll laut Herstellerangaben eine impermeable Verbandsform und der Gehalt an 8-Oxychinclin und Eugenol vorsorglich eine bakterizide Dauerwirkung sichern. Unter anderem soll der Zement als Unterfüllung bei Silikat- und Phosphatzementen oder Kunststoff-Füllungen vor chemischen Einflüssen schützen. Durch Wandständigkeit und Impermeabilität soll außerdem ein hermetischer Verschluß zur Pulpa hin erzielt werden.

Genaue Angaben zum Anrührvorgang werden nicht gemacht.

Die einzelnen Präparate wurden gemäß Vorschrift verwendet, d.h. wir touchierten die Kavitäten bzw. legten eine Unterfüllung (bei PULPOVITAL Cp-CAP) und trugen darüber KUPFERZEMENT dünn angemengt auf. KUPFERZEMENT verwendeten wir deshalb, weil sich im ersten Teil der Arbeit ergeben hat, daß er die meisten PO_4 -Ionen abgibt.

Die Mittelwerte der einzelnen Versuchsserien mit ihren Standardabweichungen sind in den Tabellen 4 - 10 im folgenden zusammengestellt; die Einzelwerte der Versuchsergebnisse sind den Tabellen IV - X im Anhang zu entnehmen.

b) Versuchsergebnisse

Mittelwert und Standardabweichungen Tabelle 4 mit KAPSIDUR
Aktivität der Füllung (Mittelwert) = 11,84 μCi

	Füllung	1. Schnitt	2. Schnitt	3. Schnitt
Imp/Min	$\bar{x}$	232	150	75
	s_x	361	203	112
	$s_{\bar{x}}$	96	54	30
$\text{PO}_4''' \gamma$	$\bar{x}$	0,0025	0,0016	0,0008
	s_x	0,0038	0,0022	0,0012
	$s_{\bar{x}}$	0,0010	0,0006	0,0003
$\%^{32}\text{P}$	$\bar{x}$	0,003	0,0019	0,00097
	s_x	155,6	135,33	149,33
	$s_{\bar{x}}$	41,37	36,00	40,00

Bei der Fehlerberechnung wurden die Ergebnisse des Versuches 55 nicht berücksichtigt, da dieser Wert völlig aus dem Durchschnitt herausfällt und vielleicht auf einem Präparationsfehler beruht.

Mittelwert und Standardabweichungen Tabelle 5 mit TECTOR
Aktivität der Füllung (Mittelwert) = 4,19 μ Ci

	Füllung	1. Schnitt	2. Schnitt	3. Schnitt
Imp/Min $\bar{x}$ s_x $s_{\bar{x}}$	2.793.930 527.000 136.400	621 208 54	152 132 34	76 29 7
PO ₄ ''' γ $\bar{x}$ s_x $s_{\bar{x}}$	38,27 7,22 1,87	0,0085 0,0028 0,0007	0,0021 0,0018 0,0005	0,0010 0,0004 0,0001
% ³² P $\bar{x}$ s_x $s_{\bar{x}}$	100 18,86 4,88	0,022 33,49 8,69	0,0054 86,84 22,36	0,0027 38,15 9,21

Mittelwert und Standardabweichungen Tabelle 6 mit CERVIN-REOGAN
Aktivität der Füllung (Mittelwert) = 11,28 pCi

	Füllung	1. Schnitt	2. Schnitt	3 Schnitt
Imp/Min	$\bar{x}$	8.190	3.181	1.331
	s_x	8.674	3.164	1.349
	$s_{\bar{x}}$	2.240	817	348
PO ₄ '''	$\bar{x}$	0,089	0,034	0,014
	s_x	0,092	0,034	0,014
	$s_{\bar{x}}$	0,024	0,009	0,004
% ³² P	$\bar{x}$	0,11	0,042	0,018
	s_x	105,9	99,46	101,35
	$s_{\bar{x}}$	27,4	25,68	26,14

Mittelwert und Standardabweichungen Tabelle 7 mit TRESIOLAN
Aktivität der Füllung (Mittelwert) = 5,28 pCi

	Füllung	1. Schnitt	2. Schnitt	3. Schnitt
Imp/Min				
$\bar{x}$	3.514.387	618	200	62
s_x	817.200	994	351	213
$s_{\bar{x}}$	211.000	257	91	55
PO_4^{4-} γ				
$\bar{x}$	48,15	0,009	0,0027	0,0009
s_x	11,20	0,014	0,0048	0,0029
$s_{\bar{x}}$	2,89	0,004	0,0012	0,0008
$\%^{32}P$				
$\bar{x}$	100	0,018	0,0057	0,0018
s_x	23,25	160,8	175,5	343,5
$s_{\bar{x}}$	6,00	41,6	45,5	88,7

Mittelwert und Standardabweichungen Tabelle 8 mit PROTEKTOR
Aktivität der Füllung (Mittelwert) = 6,33 pCi

	Füllung	1. Schnitt	2. Schnitt	3. Schnitt
Imp/Min				
$\bar{x}$	4.215.630	956	507	193
s_x	824.800	817	666	273
$s_{\bar{x}}$	211.000	211	178	70
PO ₄ ''' γ				
$\bar{x}$	57,8	0,013	0,007	0,0026
s_x	11,3	0,011	0,0091	0,0037
$s_{\bar{x}}$	2,9	0,003	0,0025	0,0009
% ³² P				
$\bar{x}$	100	0,023	0,012	0,0046
s_x	19,57	85,46	131,36	141,45
$s_{\bar{x}}$	5,01	22,07	35,14	36,26

Mittelwert und Standardabweichungen Tabelle 9 mit FL-MERZ
Aktivität der Füllung (Mittelwert) = 4,6 μ Ci

	Füllung	1. Schnitt	2. Schnitt	3. Schnitt
Imp/Min	$\bar{x}$	485	299	139
	s_x	344	260	97
	$s_{\bar{x}}$	89	67	25
PO ₄ ''' γ	$\bar{x}$	0,005	0,0032	0,0015
	s_x	0,004	0,0028	0,0010
	$s_{\bar{x}}$	0,0009	0,0007	0,0003
% ³² P	$\bar{x}$	0,016	0,0098	0,0045
	s_x	70,92	86,95	69,78
	$s_{\bar{x}}$	18,35	22,40	17,98

Mittelwert und Standardabweichungen Tabelle 10 mit PULPOVITAL Cp-CAP
Aktivität der Füllung (Mittelwert) = 7,59 μ Ci

	Füllung	1. Schnitt	2. Schnitt	3. Schnitt
Imp/Min				
$\bar{x}$	5.056.769	-	-	-
s_x	1.095.000	-	-	-
$s_{\bar{x}}$	282.800	-	-	-
$PO_4''' \gamma$				
$\bar{x}$	53,6	-	-	-
s_x	11,6	-	-	-
$s_{\bar{x}}$	2,9	-	-	-
$\%^{32}P$				
$\bar{x}$	100	-	-	-
s_x	21,65	-	-	-
$s_{\bar{x}}$	5,59	-	-	-

C D I S K U S S I O N D E R E R G E B N I S S E

Die sogenannten PHOSPHATZEMENTE dienen, wie schon in der Einleitung beschrieben wurde, einmal als Unterfüllungsmaterial, andererseits zum Einsetzen von Gußfüllungen, Kronen und Brücken. Wir untersuchten bei beiden Anwendungsgebieten das Eindringen von Phosphationen in das Dentin, wobei wir für die Unterfüllungen KUPFERZEMENT und zur Befestigung der Gußfüllungen FIXODONT verwendeten.

Unsere Untersuchungen führten zu folgendem Ergebnis: Bei dem KUPFERZEMENT konnten wir in allen Fällen ein Eindringen von Phosphationen in das Dentin nachweisen, und zwar bei dünn angerührtem Zement erheblich mehr als bei dick angerührtem (Abb.9). Auf Grund dieser Ergebnisse war zu erwarten, daß auch beim Einsetzen von Gußfüllungen, wobei ja bekanntlich dünn angerührter Zement Verwendung findet, eine hohe Aktivität gefunden würde. Die erzielten Resultate lagen aber etwa im Bereich derer, die sich bei dick angerührtem KUPFERZEMENT ergeben hatten. Eine Erklärung muß in der unterschiedlichen Zusammensetzung der Zemente gesucht werden.

Im zweiten Teil der Arbeit untersuchten wir, ob es durch besondere Schutzmaßnahmen möglich ist, das Eindringen von Phosphationen in das Dentin zu verhindern. Für diese Versuche benutzten wir dünn angerührten KUPFERZEMENT, da er, wie oben beschrieben wurde, am meisten Phosphationen abgab. Nachfolgende Präparate unterschiedlicher Zusammensetzung und Wirkungsweise standen uns für die Untersuchungen zur Verfügung. KAPSIDUR, TECTOR und FL-MERZ bildeten eine Schutzschicht in Form eines Filmes. Die Applikation der Pulpaschutzmittel TRESIOLAN, PROTEKTOR und CERVIN-REOGAN führten zu einem Verschuß der Dentinkanälchen. PULPOVITAL Cp-CAP ist ein Zement, der unter anderem bei

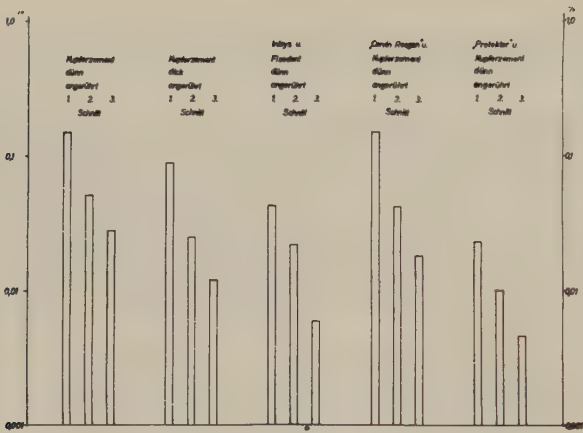


Abb. 9

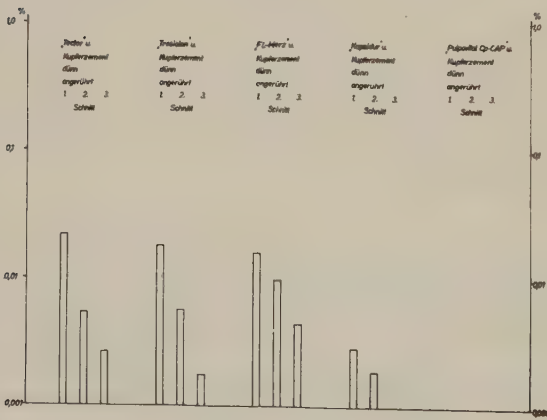


Abb. 10

Abb. 9 und 10

Graphische Darstellung der Radioaktivitätsmeßwerte der Mittelwerte der Schnitte

Silikat- und Phosphatzementfüllungen als Schutz vor chemischen Einflüssen empfohlen wird. Mit Ausnahme von CERVIN-REOGAN waren alle Präparate in der Lage, PO_4 -Ionen zurückzuhalten. Die Abbildungen 9 und 10 zeigen in welchem Umfang. Bei den graphischen Darstellungen wurden jeweils die Mittelwerte der Füllungen bzw. Schnitte zu Grunde gelegt.

Von den erwähnten Touchiermitteln erzielten wir mit KAPSIDUR die besten Resultate. Sie entsprechen klinischen und experimentellen Untersuchungen von SEIFERT, PANTKE, LEHMANN, GRAUL, MÜNCH und KALDEN. HEUSER und LAMMERT konnten auf Grund histologischer Untersuchungen " die hervorragenden Eigenschaften dieses Mittels als Schutzverband für die Zahnpulpa unter Beweis stellen."

FL-MERZ ist eine Weiterentwicklung von LL-MERZ. Über ersteres liegen bisher keine Untersuchungen vor. Unsere Versuche führten zu günstigen Resultaten, während LL-MERZ eine sehr große Durchlässigkeit zeigte, wie die Untersuchungen von PANTKE, LEHMANN und GRAUL ergeben hatten. PELZER wandte es rein klinisch mit gutem Erfolg an.

TRESIOLAN wurde von MÜNCH, MOSSDORF und SPONHOLZ auf seine Wirkung als Desensibilisierungs- und Verkieselungsmittel untersucht. Unsere Versuche über seine säure- bzw. ionenbindende Wirkung ergaben etwa die Werte wie bei FL-MERZ.

Bei TECTOR, einem neueren Präparat, über das bisher ebenfalls keine Untersuchungen vorliegen, bewegte sich die in den Schnitten nachgewiesene Aktivität etwa im Bereich der von TRESIOLAN und FL-MERZ. Wir konnten, das sei hier bemerkt, nach dem Touchieren präparierter Kavitäten und Kronen die nahezu aufgehobene Sensibilität der vitalen Zähne beobachten.

Bei PROTEKTOR wurde etwas mehr Aktivität nachgewiesen als bei den zuletzt genannten Pulpaschutzmitteln. SCHULZ, der dieses Präparat unter Silikatzementen nachprüfte und es auch vor dem Zementieren von Kronen einbringt, kam zu dem Ergebnis, daß es "ein durchaus geeignetes Mittel zu sein scheint um Pulpaschädigungen durch freie Säure auszu-schalten".

Bezüglich CERVIN-REOGAN kommen wir auf Grund unserer Untersuchungsergebnisse zu der Feststellung, daß es nicht in der Lage ist, PO_4 -Ionen zurückzuhalten.

Als absolut dicht hat sich PULPOVITAL Cp-CAP gegenüber dem Eindringen von PO_4 -Ionen erwiesen. Dieses Resultat stimmt mit dem von SCHLUND überein, der bezüglich Dichte und Wandständigkeit von sehr guten Ergebnissen berichtet.

Auch STÜBEN und GODT stellten bei ihren "experimentellen Untersuchungen über die Säureabgabe bei verschiedenen Silikat- und Phosphatzementen" mit Hilfe von Radio-Nukliden fest, daß ein Eindringen von Orthophosphorsäure aus Phosphatzementen in das Dentin stattfinden kann. Mit der von den oben genannten Autoren angewandten Methode sind allerdings nur qualitative Untersuchungen möglich. Wir haben uns um quantitative Aussagen bemüht, indem wir die ^{32}P -Aktivität über die CERENKOV-Strahlung bestimmten.

Unsere Untersuchungen dürfen insofern einen Anspruch auf quantitative Aussagen erheben, als sie durch absolute Aktivitätsbestimmung in den jeweiligen Schnitten und dem Kronenschnitt mit der Füllung eine Berechnung der prozentual in die einzelnen Schnitte aus der Füllung eingedrungene ^{32}P -Aktivität gestatten. Hierbei ist folgendes zu berücksichtigen:

In unserer Versuchsanordnung kann eigentlich nur die Basisfläche der Kavität als primär wirksam angesehen wer-

den, da hier die Diffusion der PO_4 -Ionen in Richtung Pulpa vor sich geht. Diesem Umstand haben wir insofern Rechnung getragen, als wir uns bei der Präparation der Zähne um gleichförmige Kavitäten bemühten.

Sowohl für dick angerührte wie für dünn angerührte Unterfüllungsmaterialien war eine Konstanz der Verhältnisse von Zement zur jeweiligen Komplementlösung nicht einzuhalten. Daher fielen die spezifischen Aktivitäten für die einzelnen Füllungen unterschiedlich aus. Diesem Umstand versuchten wir durch die je Versuch eingesetzten fünfzehn Zähne Rechnung zu tragen. Die Standardabweichungen der jeweiligen Mittelwerte beinhalten den oben beschriebenen Unterschied zwischen Zement und Komplementlösung entsprechend.

Die Aussage unserer Versuchsergebnisse setzt voraus, daß eine lineare Korrelation besteht zwischen der spezifischen Aktivität der Füllung und der für das Eindringen in die untersuchten Schnitte maßgebenden Aktivität an der Basisfläche der Kavitäten. Auf Grund des unterschiedlichen histologischen Aufbaus der einzelnen Zähne ist diese Voraussetzung nicht mit Sicherheit gegeben. Durch Verwendung von fünfzehn Zähnen pro Serie versuchten wir die anatomischen Unterschiede der einzelnen Zähne und die ungleichmäßige Stärke der jeweiligen Schnitte zu berücksichtigen.

Unter den angeführten Gesichtspunkten müssen die Resultate unserer Untersuchungen in ihrer Aussagekraft betrachtet werden. Auf Grund der statistischen Sicherung sind Ergebnisse, wie z.B. geringere Aktivität bei dünn angerührtem FIXODONT als bei dünn angerührtem KUPFERZEMENT durchaus beweiskräftig, wobei allerdings die besondere Präparation der Inlaykavitäten berücksichtigt werden muß.

Für die beim Einsetzen von Inlays und Kronen auftretenden Sensationen wird in der Literatur die Säurewirkung verantwortlich gemacht (KULKA, MORGENSTERN, WUSTROW, KNAPPWOST, EFFINGER, ROHRER u.a.). Hierbei bleibt die Frage, ob die

beobachteten Sensationen auf die H^+ -Ionen oder auf stark saure Anionen (PO_4^-) zurückzuführen sind. Der Nachweis von PO_4^- -Ionen ist noch kein Beweis für eine Säurewirkung. Abgesehen von dem bevorzugten Anionentransport der Zelle und der Möglichkeit einer Diffusion von primären, sekundären und tertiären Phosphationen darf der ^{32}P -Nachweis nicht einer äquivalenten H^+ -Ionenkonzentration gleichgesetzt werden. Dies scheint umsomehr der Fall zu sein, als auch stark alkalisch reagierende Pulpaschutzmittel wie CERVIN-REOGAN relativ hohe ^{32}P -Aktivitäten in den einzelnen Schnitten aufwiesen. Wenn auch das Wasserstoffion als Kation besonders leicht diffundiert, so ist doch anzunehmen, daß Materialien, die ein Eindringen von Phosphationen verhindern, auch gegenüber Wasserstoffionen einen Schutz darstellen.

Zur Überprüfung dieser Annahme ließe sich an Untersuchungen mit Tritium (3H) denken. Aber auch bei Verwendung von mit Tritium markierter H_3PO_4 wäre ein Aktivitätsnachweis von 3H in den Schnitten nicht gleichbedeutend für das Vorhandensein von Wasserstoffionen, da auch durch Neutralisation entstehendes Tritiumwasser (3H_2O) in das Dentin diffundieren kann.

D Z U S A M M E N F A S S U N G

Die sogenannten Phosphatzemente dienen in der Zahnheilkunde als Unterfüllungsmaterial und zur Befestigung von Gußfüllungen, Kronen und Brücken. Beim oder unmittelbar nach dem Einsetzen der genannten konservierenden bzw. prothetischen Arbeiten läßt sich nicht selten die Feststellung machen, daß ziehende Schmerzen auftreten. Für diese Pulpairritationen soll nach EFFINGER, FECHT u.a. die zum Anrühren der Zemente verwendete verdünnte Phosphorsäure verantwortlich sein. Auch STÜBEN und GODT kamen auf Grund ihrer Untersuchungen mit Radio-Nukliden zu dem Ergebnis, daß ein Eindringen von Orthophosphorsäure aus Phosphatzementen in das Dentin stattfinden kann. Mit der von diesen Autoren angewandten Methode war allerdings nur eine qualitative Aussage möglich.

Unsere Aufgabe bestand zunächst darin, bei den beiden oben genannten Anwendungsgebieten für Phosphatzement mit Hilfe der CERENKOV-Strahlung einen quantitativen Nachweis für das Eindringen von PO_4 -Ionen in das Dentin zu erbringen. Für die Unterfüllungen benutzten wir KUPFERZEMENT und zur Befestigung der Gußfüllungen FIXODONT. Bei KUPFERZEMENT dick angerührt lag im kavitätennahen Schnitt die Aktivität durchschnittlich um 0,0898 %, im pulpanahen um 0,012 % bezogen auf die Aktivität in der Füllung. Die entsprechenden Werte lauten bei dünn angerührtem KUPFERZEMENT 0,11 % und 0,028 %, bei dünn angerührtem FIXODONT 0,043 % und 0,006 %.

Im zweiten Teil gingen wir der Frage nach, ob es durch besondere Schutzmaßnahmen möglich ist, das Eindringen von Phosphationen in das Dentin zu verhindern. Für diese Untersuchungen verwendeten wir nachfolgende Präparate von unterschiedlicher Zusammensetzung und Wirkungsweise: KAPSIDUR, TECTOR, CERVIN-REOGAN, TRESIOLAN, PROTEKTOR, FL-MERZ und PULPOVITAL Cp-CAP. Als absolut dicht erwies sich PULPOVITAL Cp-CAP, während CERVIN-REOGAN nicht in

der Lage war, PO_4 -Ionen zurückzuhalten.

Der Nachweis von PO_4 -Ionen ist zwar noch kein Beweis für eine Säurewirkung, es darf jedoch angenommen werden, daß Präparate, die ein Eindringen von PO_4 -Ionen verhindern, auch gegenüber H^+ -Ionen einen Schutz darstellen.

E

A N H A N G

Tabellen I - X

Tabelle I : KUPFERZEMENT dick angerührt

Imp/Min				Imp/Min			
1a	2.531.134	3,84	µCi	9a	2.073.019	3,14	µCi
b	2.651	0,11	%	b	283	0,014	%
c	991	0,039	%	c	107	0,0052	%
d	181	0,0072	%	d	45	0,0022	%
2a	1.851.373	2,804	µCi	10a	2.663.994	4,04	µCi
b	1.760	0,095	%	b	876	0,033	%
c	513	0,028	%	c	161	0,006	%
d	455	0,025	%	d	143	0,0053	%
3a	2.423.019	3,670	µCi	11a	1.426.951	2,16	µCi
b	2.893	0,12	%	b	3.558	0,25	%
c	975	0,043	%	c	142	0,0099	%
d	872	0,036	%	d	55	0,0039	%
4a	2.443.001	3,701	µCi	12a	2.409.813	3,65	µCi
b	2.409	0,099	%	b	4.051	0,17	%
c	660	0,027	%	c	1.048	0,044	%
d	240	0,0098	%	d	751	0,031	%
5a	2.606.105	3.948	µCi	13a	1.908.768	2,89	µCi
b	1.934	0,074	%	b	2.198	0,12	%
c	657	0,025	%	c	984	0,041	%
d	214	0,0082	%	d	186	0,0097	%
6a	2.433.149	3.686	µCi	14a	1.869.543	2,83	µCi
b	1.687	0,0693	%	b	1.326	0,071	%
c	1.109	0,046	%	c	147	0,0079	%
d	226	0,0093	%	d	55	0,0029	%
7a	1.937.178	2,93	µCi	15a	2.235.177	3,39	µCi
b	1.229	0,063	%	b	996	0,0446	%
c	490	0,025	%	c	253	0,011	%
d	291	0,015	%	d	231	0,010	%
8a	2.093.641	3,16	µCi	1 = Zahn Nr. 1			
b	1.713	0,082	%	a = Zahnkrone			
c	340	0,016	%	b = 1. Schnitt des Zahnes			
d	98	0,0047	%	c = 2. Schnitt des Zahnes			
				d = 3. Schnitt des Zahnes			

Tabelle II : KUPFERZEMENT dünn angerührt

Imp/Min				Imp/Min			
16a	2.967.753	4,5	µCi	24a	4.550.156	7,07	µCi
b	4.550	0,15	%	b	909	0,0199	%
c	1.047	0,036	%	c	688	0,015	%
d	214	0,0072	%	d	386	0,0085	%
17a	1.803.879	2,73	µCi	25a	3.455.193	5,23	µCi
b	4.176	0,23	%	b	13.397	0,39	%
c	3.006	0,17	%	c	7.244	0,21	%
d	1.786	0,099	%	d	2.774	0,080	%
18a	3.029.376	4,59	µCi	26a	4.683.538	7,095	µCi
b	2.968	0,098	%	b	309	0,0066	%
c	1.463	0,048	%	c	265	0,0057	%
d	261	0,0086	%	d	248	0,0053	%
19a	2.668.648	4,043	µCi	27a	4.037.154	6,12	µCi
b	1.884	0,071	%	b	1.786	0,044	%
c	1.853	0,069	%	c	273	0,0068	%
d	1.018	0,038	%	d	217	0,0054	%
20a	4.685.661	7,92	µCi	28a	2.892.430	4,38	µCi
b	4.524	0,097	%	b	238	0,0082	%
c	1.381	0,029	%	c	168	0,0058	%
d	425	0,0091	%	d	15	0,00052	%
21a	4.976.998	7,54	µCi	29a	5.458.084	8,27	µCi
b	3.192	0,064	%	b	7.893	0,14	%
c	568	0,011	%	c	4.086	0,0749	%
d	406	0,0082	%	d	4.084	0,0748	%
22a	4.968.504	7,53	µCi	30a	5.143.021	7,79	µCi
b	1.591	0,032	%	b	10.448	0,20	%
c	294	0,0053	%	c	1.301	0,025	%
d	248	0,00499	%	d	755	0,015	%
23a	3.098.443	4,694	µCi	16 = Zahn Nr. 16			
b	6.494	0,21	%	a = Zahnkrone			
c	6.101	0,197	%	b = 1. Schnitt des Zahnes			
d	3.764	0,12	%	c = 2. Schnitt des Zahnes			
				d = 3. Schnitt des Zahnes			

Tabelle III : FIXODONT dünn angerührt

Imp/Min				Imp/Min			
31a	3.584.791	5,43	µCi	39a	4.653.024	7,05	µCi
b	1.256	0,0350	%	b	6.807	0,15	%
c	1.250	0,0346	%	c	1.930	0,042	%
d	845	0,024	%	d	384	0,0083	%
32a	5.715.326	8,66	µCi	40a	4.714.294	7,14	µCi
b	8.207	0,14	%	b	258	0,0056	%
c	3.092	0,054	%	c	91	0,0019	%
d	769	0,013	%	d	9	0,00019	%
33a	4.905.231	7,43	µCi	41a	3.668.317	5,56	µCi
b	836	0,017	%	b	1.749	0,048	%
c	329	0,00670	%	c	873	0,024	%
d	327	0,00666	%	d	378	0,010	%
34a	6.168.736	9,35	µCi	42a	6.422.828	9,73	µCi
b	380	0,0062	%	b	1.241	0,019	%
c	121	0,0023	%	c	64	0,000996%	
d	25	0,00050	%		-	-	
35a	3.888.982	5,89	µCi	43a	5.235.437	7,93	µCi
b	153	0,0039	%	b	2.768	0,053	%
c	-	-		c	2.005	0,038	%
d	-	-		d	857	0,016	%
36a	4.389.088	6,65	µCi	44a	7.960.745	12,06	µCi
b	1.278	0,029	%	b	5.286	0,066	%
c	952	0,022	%	c	4.520	0,057	%
d	443	0,010	%	d	104	0,0013	%
37a	5.434.727	8,23	µCi	45a	5.970.484	9,06	µCi
b	1.199	0,022	%	b	479	0,0080	%
c	745	0,014	%	c	255	0,0043	%
d	365	0,0067	%	d	57	0,00095	%
38a	4.312.026	6,53	µCi	31 = Zahn Nr. 31			
b	1.381	0,032	%	a = Zahnkrone			
c	796	0,018	%	b = 1. Schnitt des Zahnes			
d	39	0,00090	%	c = 2. Schnitt des Zahnes			
				d = 3. Schnitt des Zahnes			

Tabelle IV :

Versuch mit KAPSIDUR

Imp/Min				Imp/Min			
46a	6.929.190	10,4	µCi	54a	13.184.222	19,79	µCi
b	77	0,0011	%	b	403	0,0031	%
c	20	0,00029	%	c	103	0,00078	%
d	14	0,00020	%	d	19	0,00014	%
47a	7.630.306	11,45	µCi	55a	9.935.281	14,91	µCi
b	28	0,00037	%	b	4.655	0,047	%
c	22	0,00029	%	c	799	0,0078	%
d	21	0,00028	%	d	726	0,0073	%
48a	7.995.095	12,0	µCi	56a	6.615.628	9,93	µCi
b	429	0,0054	%	b	44	0,00067	%
c	380	0,0048	%	c	23	0,00035	%
d	336	0,0042	%	d	22	0,00033	%
49a	6.729.535	10,1	µCi	57a	5.108.518	7,67	µCi
b	523	0,0078	%	b	101	0,0020	%
c	451	0,0067	%	c	23	0,00045	%
d	239	0,0036	%	d	14	0,00027	%
50a	6.727.205	10,1	µCi	58a	7.866.961	11,81	µCi
b	576	0,0086	%	b	335	0,0043	%
c	559	0,0083	%	c	124	0,0018	%
d	39	0,00058	%	d	99	0,0013	%
51a	8.384.912	12,59	µCi	59a	8.559.051	12,84	µCi
b	322	0,0038	%	b	98	0,0011	%
c	262	0,0031	%	c	80	0,00093	%
d	170	0,0020	%	d	14	0,00016	%
52a	8.440.067	12,67	µCi	60a	8.549.476	12,90	µCi
b	94	0,0011	%	b	128	0,0015	%
c	64	0,00076	%	c	37	0,00043	%
d	52	0,00062	%	d	9	0,00010	%
53a	5.693.798	8,55	µCi	46 = Zahn Nr.46			
b	87	0,0015	%	a = Zahnkrone			
c	9	0,00016	%	b = 1. Schnitt des Zahnes			
d	8	0,00014	%	c = 2. Schnitt des Zahnes			
				d = 3. Schnitt des Zahnes			

Tabelle V :

Versuch mit TECTOR

Imp/Min				Imp/Min			
61a	2.520.768	3,82	µCi	69a	2.284.226	3,46	µCi
b	496	0,0196	%	b	372	0,016	%
c	88	0,0035	%	c	301	0,013	%
d	3	0,00012	%	d	282	0,012	%
62a	3.620.375	5,49	µCi	70a	2.796.705	4,24	µCi
b	702	0,019	%	b	19	0,00083	%
c	282	0,0078	%	c	-	-	
d	86	0,0024	%	d	-	-	
63a	2.517.498	3,81	µCi	71a	2.611.574	3,96	µCi
b	1.506	0,060	%	b	38	0,0015	%
c	319	0,013	%	c	-	-	
d	19	0,0076	%	d	-	-	
64a	3.955.505	5,99	µCi	72a	2.795.095	4,23	µCi
b	265	0,0067	%	b	1.013	0,036	%
c	93	0,00024	%	c	302	0,011	%
d	78	0,00020	%	d	282	0,010	%
65a	2.843.478	4,31	µCi	73a	2.376.062	3,60	µCi
b	2.261	0,080	%	b	487	0,021	%
c	66	0,0023	%	c	460	0,019	%
d	49	0,0017	%	d	115	0,0048	%
66a	3.205.904	4,87	µCi	74a	2.146.945	3,25	µCi
b	1.361	0,043	%	b	100	0,0047	%
c	69	0,0022	%	c	49	0,0023	%
d	13	0,00041	%	d	28	0,0013	%
67a	2.097.256	3,18	µCi	75a	3.066.536	4,65	µCi
b	539	0,28	%	b	92	0,0030	%
c	183	0,087	%	c	33	0,0011	%
d	174	0,083	%	d	15	0,00049	%
68a	3.071.023	4,65	µCi	61 = Zahn Nr. 61			
b	60	0,0020	%	a = Zahnkrone			
c	36	0,0012	%	b = 1. Schnitt des Zahnes			
d	1	0,00033	%	c = 2. Schnitt des Zahnes			
				d = 3. Schnitt des Zahnes			

Tabelle VI :

Versuch mit CERVIN-REOGAN

Imp/Min				Imp/Min			
76a	5.652.141	8,48	µCi	84a	8.914.777	13,38	µCi
b	1.636	0,029	%	b	7.455	0,084	%
c	280	0,0049	%	c	3.845	0,043	%
d	25	0,00044	%	d	868	0,097	%
77a	8.419.158	12,64	µCi	85a	8.186.041	12,29	µCi
b	1.053	0,013	%	b	19.577	0,24	%
c	665	0,0079	%	c	2.960	0,036	%
d	282	0,0033	%	d	2.197	0,027	%
78a	6.516.685	9,78	µCi	86a	6.859.823	10,29	µCi
b	1.098	0,017	%	b	4.398	0,064	%
c	39	0,00060	%	c	3.240	0,047	%
d	12	0,00018	%	d	1.431	0,021	%
79a	7.962.851	11,95	µCi	87a	6.927.961	10,40	µCi
b	9.584	0,12	%	b	5.833	0,084	%
c	7.242	0,091	%	c	1.678	0,024	%
d	1.380	0,017	%	d	992	0,014	%
80a	10.000.333	15,01	µCi	88a	4.911.269	7,37	µCi
b	424	0,0042	%	b	8.166	0,17	%
c	412	0,0041	%	c	4.635	0,094	%
d	87	0,00087	%	d	3.677	0,075	%
81a	5.827.473	8,75	µCi	89a	5.968.867	8,96	µCi
b	6.480	0,11	%	b	15.290	0,26	%
c	4.354	0,075	%	c	12.021	0,20	%
d	2.273	0,039	%	d	4.587	0,077	%
82a	10.980.777	16,35	µCi	90a	7.476.075	11,22	µCi
b	3.317	0,031	%	b	5.609	0,075	%
c	1.707	0,016	%	c	3.569	0,048	%
d	263	0,0024	%	d	1.285	0,017	%
83a	8.257.777	12,39	µCi	76 = Zahn Nr. 76			
b	32.930	0,39	%	a = Zahnkrone			
c	1.063	0,013	%	b = 1. Schnitt des Zahnes			
d	601	0,0073	%	c = 2. Schnitt des Zahnes			
				d = 3. Schnitt des Zahnes			

Tabelle VII :

Versuch mit TRESIOLAN

Imp/Min				Imp/Min			
91a	2.570.342	3,89	μCi	99a	3.613.937	5,48	μCi
b	5	0,00019	%	b	2.223	0,062	%
c	-	-		c	629	0,017	%
d	-	-		d	3	0,000083	%
92a	3.267.695	4,95	μCi	100a	3.271.744	4,96	μCi
b	13	0,00040	%	b	41	0,0013	%
c	5	0,00015	%	c	32	0,00098	%
d	-	-		d	13	0,00040	%
93a	2.343.818	3,55	μCi	101a	3.181.996	4,82	μCi
b	-	-		b	56	0,0018	%
c	-	-		c	40	0,0013	%
d	-	-		d	-	-	
94a	2.730.472	4,14	μCi	102a	2.512.839	3,81	μCi
b	360	0,013	%	b	5	0,00032	%
c	123	0,0045	%	c	4	0,00016	%
d	-	-		d	-	-	
95a	4.808.307	7,28	μCi	103a	3.446.357	5,22	μCi
b	3.011	0,063	%	b	-	-	
c	140	0,0029	%	c	-	-	
d	6	0,00012	%	d	-	-	
96a	4.282.478	6,49	μCi	104a	4.561.080	6,91	μCi
b	33	0,00077	%	b	-	-	
c	23	0,00054	%	c	-	-	
d	5	0,00011	%	d	-	-	
97a	3.427.190	5,19	μCi	105a	4.172.205	6,32	μCi
b	2.240	0,065	%	b	1.242	0,030	%
c	1.137	0,033	%	c	869	0,021	%
d	47	0,0013	%	d	849	0,020	%
98a	4.525.343	6,86	μCi	91 = Zahn Nr. 91			
b	34	0,00075	%	a = Zahnkrone			
c	4	0,000088	%	b = 1. Schnitt des Zahnes			
d	2	0,000044	%	c = 2. Schnitt des Zahnes			
				d = 3. Schnitt des Zahnes			

Tabelle VIII :

Versuch mit PROTEKTOR

Imp/Min				Imp/Min			
106a	3.014.569	4,57	μCi	114a	6.506.052	9,86	μCi
b	224	0,0074	%	b	3.101	0,048	%
c	130	0,0043	%	c	2.551	0,039	%
d	59	0,0020	%	d	1.059	0,016	%
107a	4.816.573	7,30	μCi	115a	3.877.884	5,87	μCi
b	1.267	0,0026	%	b	1.113	0,029	%
c	103	0,0021	%	c	837	0,022	%
d	94	0,0020	%	d	377	0,0097	%
108a	4.037.733	6,12	μCi	116a	4.915.945	7,45	μCi
b	973	0,024	%	b	164	0,0033	%
c	644	0,020	%	c	141	0,0029	%
d	51	0,0013	%	d	33	0,00067	%
109a	3.707.861	5,62	μCi	117a	3.983.632	6,04	μCi
b	891	0,013	%	b	1.650	0,041	%
c	126	0,0040	%	c	772	0,019	%
d	22	0,00060	%	d	394	0,0099	%
110a	4.469.114	6,77	μCi	118a	4.098.129	6,21	μCi
b	585	0,013	%	b	916	0,022	%
c	31	0,00069	%	c	256	0,0062	%
d	21	0,00047	%	d	135	0,0033	%
111a	4.785.333	7,23	μCi	119a	3.369.450	5,10	μCi
b	30	0,00063	%	b	1.865	0,055	%
c	18	0,00038	%	c	1.180	0,035	%
d	-	-		d	364	0,011	%
112a	3.863.602	5,85	μCi	120a	3.850.507	5,83	μCi
b	55	0,0014	%	b	394	0,010	%
c	34	0,00088	%	c	295	0,0077	%
d	24	0,00062	%	d	29	0,00075	%
113a	3.938.604	5,97	μCi	106 = Zahn Nr.106			
b	1.114	0,028	%	a = Zahnkrone			
c	494	0,013	%	b = 1. Schnitt des Zahnes			
d	221	0,0056	%	c = 2. Schnitt des Zahnes			
				d = 3. Schnitt des Zahnes			

Tabelle IX :

Versuch mit FL-MERZ

Imp/Min				Imp/Min			
121a	3.550.900	5,33	µCi	129a	1.768.640	2,65	µCi
b	446	0,013	%	b	377	0,021	%
c	378	0,011	%	c	319	0,018	%
d	291	0,0082	%	d	148	0,0084	%
122a	3.541.020	5,32	µCi	130a	2.362.205	3,55	µCi
b	1.484	0,042	%	b	80	0,0034	%
c	1.007	0,028	%	c	44	0,0019	%
d	203	0,0057	%	d	34	0,0014	%
123a	3.803.616	5,71	µCi	131a	2.952.727	4,43	µCi
b	573	0,015	%	b	622	0,021	%
c	446	0,012	%	c	209	0,0071	%
d	342	0,0090	%	d	120	0,0041	%
124a	3.515.632	5,27	µCi	132a	1.668.603	2,51	µCi
b	308	0,0088	%	b	566	0,034	%
c	212	0,0060	%	c	179	0,011	%
d	211	0,0060	%	d	120	0,0072	%
125a	2.952.747	4,43	µCi	133a	2.751.111	4,13	µCi
b	511	0,017	%	b	661	0,024	%
c	382	0,013	%	c	399	0,015	%
d	129	0,0045	%	d	101	0,0037	%
126a	2.748.980	4,13	µCi	134a	3.412.893	5,12	µCi
b	574	0,021	%	b	636	0,019	%
c	33	0,0012	%	c	617	0,018	%
d	12	0,00044	%	d	219	0,0064	%
127a	3.556.298	5,34	µCi	135a	4.192.137	6,29	µCi
b	206	0,0058	%	b	139	0,0033	%
c	84	0,0024	%	c	106	0,0025	%
d	36	0,0010	%	d	58	0,0014	%
128a	3.143.804	4,72	µCi	121 = Zahn Nr.121			
b	91	0,0029	%	a = Zahnkrone			
c	75	0,0024	%	b = 1. Schnitt des Zahnes			
d	71	0,0023	%	c = 2. Schnitt des Zahnes			
				d = 3. Schnitt des Zahnes			

Tabelle X : Versuch mit PULPOVITAL Cp-CAP

	Imp/Min				Imp/Min		
136a	4.344.051	6,52	µCi	144a	4.871.671	7,31	µCi
b	-	-		b	-	-	
c	-	-		c	-	-	
d	-	-		d	-	-	
137a	4.054.349	6,09	µCi	145a	6.416.666	9,63	µCi
b	-	-		b	-	-	
c	-	-		c	-	-	
d	-	-		d	-	-	
138a	7.341.845	11,02	µCi	146a	5.704.296	8,56	µCi
b	-	-		b	-	-	
c	-	-		c	-	-	
d	-	-		d	-	-	
139a	3.787.595	5,69	µCi	147a	7.750.843	11,63	µCi
b	-	-		b	-	-	
c	-	-		c	-	-	
d	-	-		d	-	-	
140a	4.253.541	6,39	µCi	148a	4.023.700	6,04	µCi
b	-	-		b	-	-	
c	-	-		c	-	-	
d	-	-		d	-	-	
141a	4.510.074	6,77	µCi	149a	2.729.460	4,1	µCi
b	-	-		b	-	-	
c	-	-		c	-	-	
d	-	-		d	-	-	
142a	5.330.924	8,00	µCi				
b	-	-					
c	-	-					
d	-	-					
143a	5.675.746	8,52	µCi	136 = Zahn Nr. 136			
b	-	-		a = Zahnkrone			
c	-	-		b = 1. Schnitt des Zahnes			
d	-	-		c = 2. Schnitt des Zahnes			
				d = 3. Schnitt des Zahnes			

- Effinger-Fecht Zahnzemente. In Eichner:
"Leitfaden zahnärztlicher Werkstoffkunde
und ihrer Verarbeitung"
1.Auflage, Berlinische Verlagsanstalt 1960
- Haberer Messung von Beta-Aktivitäten an wässrigen
Proben auf Grund der CERENKOV-Strahlung
Atomwirtschaft 10/36 (1965)
- Hattiasy Pulpenveränderungen unter Zementen und
deren praktische Verwertung
Zeitschr.f.Stomatologie 31/165 (1933)
- Heuser Zur Frage der Vermeidung pulpaschädigen-
der Einflüsse durch Silikatzemente
Öst.Zeitschr.f.Stomatologie 61/402 (1964)
- Kalden Der temporäre Dentin-Schutzverband
KAPSIDUR
Schweiz.Monatsschr.f.Zahnheilk. 69/384
(1959)
- Kalden Die Versorgung der Dentinwunde vom Blick-
feld des praktischen Zahnarztes unter An-
wendung eines neuartigen Polyamid-
Kunststoff-Verbandes
Zahnärztl.Reform 56/215 (1955)
- Knappwost zitiert nach Effinger-Fecht
- Kulka zitiert nach Effinger-Fecht
- Lammert Experimentelle Untersuchungen der Poly-
amid- und Polystyrol-Kunststoff-Folien-
verbände auf ihre Fähigkeit, die pulpa-
schädigenden Einflüsse von Silikatzement-
füllungen zu verhindern
Med. Diss. Marburg 1958
- Lehmann Experimentelle Untersuchungen mit Hilfe
von Radio-Nukliden über die Durchlässig-
keit von Phosphatzement und einigen
Kunststoff-Folienverbänden für die in den
Silikatzementen enthaltene Phosphorsäure
Med. Diss. Marburg 1964
- Masur Untersuchungen über Silikatzemente, ihre
schädliche Einwirkung auf die Zahnpulpa
und geeigneten Pulpenschutz
Zahnärztl. Rundschau 34/313 (1925)

- Morgenstern zitiert nach Effinger-Fecht
- Mossdorf Desensibilisierung mit dem Silikonpräparat Tresilan
Zahnärztl.Welt / Zahnärztl.Reform 59/619 (1958)
- Münch Dentinverkieselung - ein rettender Ausweg
Das Deutsche Zahnärzteblatt XIV/257 (1960)
- Münch Lebensrettender Kunststoff
Das Deutsche Zahnärzteblatt XII/360 (1958)
- Pantke, Lehmann und Graul Experimentelle Untersuchungen zur Frage des Pulpenschutzes unter Silikatzementfüllungen
Zahnärztl. Praxis XVI/97 (1965)
- Paschke Wird die schädliche Wirkung ... durch Unterfüllungen verhindert
Zahnärztl. Rundschau 35/687 (1926)
- Pecchioni Les ciments au silicate et le problème de la pénétration dans la dentine de l'acide orthophosphorique
Recherches autoradiographiques
Schw.Monatsschr.f.Zahnheilk.72/57 (1962)
- Pelzer Versorgung kleiner und flacher Kavitäten mit einer Unterfüllung
Zahnärztl. Praxis 12/175 (1961)
- Port-Euler Lehrbuch der Zahnheilkunde
6. Auflage, I.F.Bergmann Verlag
München 1950
- Rebel Haben unsere Aluminiumphosphatfüllungen (Silikatzemente) eine spezifisch schädigende Wirkung auf die Pulpa?
Dtsch.Monatsschr.f.Zahnheilk.40/737 (1922)
- Rohrer Das vitale Prinzip des Zahnes bei Kronen und Brückenarbeiten
Zahnärztl.Rundschau 32/265 (1923)
- Schaumlöffel u.a. Zur Bestimmung von ³²P-Aktivität mit Hilfe der CERENKOV-Strahlung bei quantitativen Untersuchungen über das Eindringen von Phosphationen in das Dentin
Publikation in Vorbereitung

Schlund	Erfahrungen mit einem Hydrocortison-Antibiotikum-Präparat bei der Behandlung entzündlich veränderter Pulpen Med. Diss. Erlangen-München 1965
Schulz	Pulpenschutz unter Silikatzementfüllungen Zahnärztl.Rundschau 58/75 (1949)
Seifert	zitiert nach Lehmann
Sponholz	Ein Beitrag zur indirekten Pulpenüberkappung Dtsch.zahnärztl.Zeitschr. 15/1462 (1960)
Stüben und Godt	Experimentelle Untersuchungen über die Säureabgabe bei verschiedenen Silikat- und Phosphatzementen Schweiz.Monatsschr.f.Zahnheilk. 74/983 (1964)
Vemmer und Gütte	Bestimmung von ^{32}P mit Hilfe der CERENKOV - Strahlung und eines verbesserten inneren Standards Atompraxis 10/475 (1964)
Walkhoff-Hess	Lehrbuch der konservierenden Zahnheilkunde 6. Auflage, J.A.Barth/ Verlag Leipzig 1960
Warneken	Über die schädigende Wirkung der Silikatzemente auf lebende Gewebe Dtsch.zahnärztl.Wochenschr.45/615 (1942)
Wustrow	Pulpenschädigung durch unsere Zemente und ihre Bedeutung für die prothetische und konservierende Zahnheilkunde Mschr.Zahnheilk. 40/744 (1922)
Wustrow	Pulpenschutz unter Zementen Deutsche zahnärztl.Wochenschr.XXV/65 (1922)

Meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof.Dr.H.Pantke, danke ich für die Überlassung des Themas und die freundliche Hilfe bei der Abfassung der Arbeit.

Mein Dank gilt auch Herrn Prof. Dr. Dr.E.H.Graul, dem Direktor des Institutes für Strahlenbiologie und medizinische Isotopenanwendung, für die Bereitstellung eines Arbeitsplatzes und die Benutzung der betreffenden Meßgeräte.

Ferner möchte ich Herrn Dr. E. Schaumlöffel für seine wissenschaftliche Beratung herzlichen Dank sagen.

Herrn Prof. Dr. Dr. H. Heuser danke ich für die Übernahme des Korreferates.

L e b e n s l a u f

Am 9. Februar 1939 wurde ich, Helmut Karl Friedrich Mangold, als Sohn des Zahnarztes Dr. Willi Mangold und seiner Ehefrau, der Zahnärztin Dr. Anneliese Mangold, in Mainz geboren.

Vom Januar 1946 bis zum Sommer 1950 besuchte ich Grundschulen in Liebharz, Kassel, Feldafing und Frankfurt am Main. Danach wechselte ich auf das humanistische Gymnasium zu Bingen, besuchte zwei Jahre eine Mittelschule in Birstein und ging die restlichen sechs Jahre bis zum Abitur, das ich am 26. Februar 1959 bestand, in Michelstadt zur Schule.

Mit dem Sommersemester 1959 begann ich mein Studium an der Philipps-Universität in Marburg an der Lahn. Dort legte ich im März 1962 die zahnärztliche Vorprüfung ab und bestand im Januar 1965 das Staatsexamen.

Seit Februar gleichen Jahres bin ich an der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten zunächst als Medizinalassistent und ab 16. April 1965 als Verwalter einer wissenschaftlichen Assistentenstelle tätig. Während dieser Zeit habe ich die vorliegende Arbeit angefertigt.

Meine akademischen Lehrer waren die
Herren Professoren und Dozenten:

An der Philipps-Universität zu Marburg an der Lahn

Braun - Falco, Bücher, Dimroth, Dölle, Gedigk,
Hennis, Hensel, Hering, Heuser, Hornung,
Janke, Korb, Kottmeyer, Lang, Löhr, Mahr,
Mann, Marx, Maurath, Niessing, Oksche, Pantke,
Petry, Rosemann, Salfeld, Schiff; Schmid,
Seidel, Siegert, Siess, Walcher

